



TITLE:

Brain activity associated with the rubber foot illusion(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Matsumoto, Nanae

CITATION:

Matsumoto, Nanae. Brain activity associated with the rubber foot illusion. 京都大学, 2020, 博士(人間健康科学)

ISSUE DATE:

2020-05-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22650>

RIGHT:

DOI:10.1016/j.neulet.2020.134820

(続紙 1)

京都大学	博士（人間健康科学）	氏名	松本 奈々恵
論文題目	Brain activity associated with the rubber foot illusion （ラバーフットイリュージョンに関わる脳活動）		
（論文内容の要旨）			
【背景と目的】			
自身の身体の内表現（internal representation, IR）を形成することは適応的な身体運動を行うために不可欠であるが、その形成に関わる脳内機構については未明な点が多い。脳内に新たなIRが形成される現象としてラバーハンドイリュージョン（RHI）が知られている（Botvinick and Cohen, 1998）。RHIは、見えないように隠された自身の手と目前に置かれたラバーハンド（RH）を同時に撫でられると、RHをあたかも自身の手のように感じる錯覚である。この時に脳内に新たな手のIRが形成されていると考えられ、機能的磁気共鳴画像法（fMRI）を用いて手のIR形成時に活性化する脳領域が観察されている。近年、足においてもRHと同様の錯覚（ラバーフットイリュージョン、RFI）が起こることが報告された（Lenggenhager et al., 2015）。本研究では、このRFIを用いて、足のIR形成に関わる脳領域をfMRI研究によって明らかにすることを目的とした。			
【方法】			
1. 対象：健常者48名（女性16名、平均年齢：21歳、47名右足利き）にRFI生起の有無を確かめるためのプレテストを行い、錯覚を経験した44名をfMRI実験の参加者とした。			
2. fMRI実験：3Tスキャナー内で仰臥位となった参加者は、顔面上に設置された鏡に映るラバーフット（RF）を注視した。実験者は、参加者から見えないようにした参加者自身の足とRFの母趾背側面を同時に筆を用いて約1Hzで撫でた（同期刺激）。錯覚生起後30秒間同期刺激を継続した後、錯覚を消失させるために参加者の足とRFを交互に撫でた（非同期刺激）。これを1セッションとして、左右の足でそれぞれ4セッション行った。			
3. データ解析：fMRIデータの前処理と解析にはSPM8を用い、同期刺激中の錯覚生起前（BI）と生起後の脳活動（それぞれ15秒間）を比較検討した。			
【結果】			
錯覚を生起した全参加者から、錯覚は一度起こると同期刺激終了時まで持続したことが報告された。			
右足の実験では、44名中39名の参加者でRFIが生起し、そのうち15秒間以上のBIが観察された21名の参加者において、RFI生起後、有意な脳活動が両側の内側・中前頭回、左補足運動野、両側の下頭頂小葉・楔前部・鳥距溝周辺皮質・小脳半球、小脳虫部、両側視床において観察された（ $P < 0.05$, FDR-corrected）。左足の実験では、44名中36名の参加者でRFIが生起し、そのうち15秒間以上のBIが観察された23名の参加者において、RFI生起後、有意な脳活動が両側の内側・中・上前頭回、左側の下前頭回・補足運動野、両側の下頭頂小葉・中側頭回、左小脳半球、小脳虫部、両側視床において観察された（ $P < 0.05$ ）。さらに、conjunction analysisを用いて左			

右のRFI生起後に共通して活性化する脳領域を解析した結果、有意な脳活動が両側の内側・中前頭回、両側の下頭頂小葉・鳥距溝周辺皮質・小脳半球、小脳虫部、両側視床において観察された ($P < 0.05$, global null hypothesis, corrected)。

【考察】

左右のRFI生起時に共通して活動増加が観察された内側前頭回・中前頭回・下頭頂小葉・小脳半球および虫部は、先行研究 (Ehrsson et al., 2004) によって報告されているRHI生起中に活性化する脳領域とほぼ一致した。このことは、これらの脳領域は身体全体のIR形成に働いている可能性を示唆している。

(論文審査の結果の要旨)

日常生活活動には正確に機能する身体の内部表現 (internal representation) が必要である。この内部表現が新たに形成される現象としてラバーハンドイリュージョン (RHI) が知られている。これは見えないように隠された自身の手と目前に置かれたラバーハンド (RH) を同時に撫でられると、RHをあたかも自身の手のように感じる錯覚である。RHI生起時には脳内に新たな手の内部表現が形成されると考えられ、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用いて手の内部表現形成に関わる脳領域が研究されている。近年、足においてもRHIと同様の錯覚 (ラバーフットイリュージョン、RFI) が起こることが報告された。申請者は、fMRIを用いてRFI生起時に活性化する脳領域を観察し、足の内部表現の形成に関わる脳領域を探索した。44名の被験者にfMRI実験を行った結果、左右の足のRFI生起時に共通して、両側の内側前頭回・中前頭回・下頭頂小葉・小脳半球および虫部において有意な活動増加が起こることを明らかにした。これらの脳領域は、RHI生起時にも活動増加することが報告されていることから、足だけではなく手も含めた身体全体の内部表現の形成に関わっている可能性を示した。

以上の研究は、下肢の内部表現の神経機構の解明に貢献し、下肢の切断や運動麻痺などの障害を持つ身体障害者のリハビリテーションの発展に寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士 (人間健康科学) の学位論文として価値あるものと認められる。なお、本学位授与申請者は、令和2年3月2日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。